

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-191962

(43)Date of publication of application : 13.07.1999

(51)Int.Cl.

H02M 3/28
H02M 7/5387

(21)Application number : 09-358853

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 26.12.1997

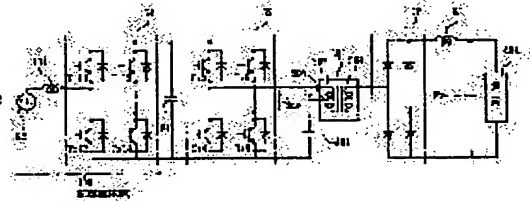
(72)Inventor : ITO JUNICHI
FUJITA KOETSU

(54) INSULATING POWER CONVERTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the overall size and cost by eliminating the conventionally required additional arm and substituting or reducing the size of a reactor.

SOLUTION: An insulating power converter comprises a DC power supply 100 including a single phase AC power supply 62 and a single phase full-bridge converter, a smoothing capacitor 67, a single phase voltage type inverter 55, and a transformer 301 having AC output side insulated from a load 401. An energy absorbing element, i.e., a capacitor 501, and a DC resonance circuit are connected between the intermediate tap 303 of the primary winding 302 of the insulating transformer 301 and one end of the DC input terminal of the inverter 55. Power ripple generated on the power supply side is absorbed by the capacitor 501 by operating the inverter 55 in zero voltage vector mode and controlling the voltage across the capacitor 501.



書誌

(19)【発行国】日本国特許庁(JP)
(12)【公報種別】公開特許公報(A)
(11)【公開番号】特開平11-191962
(43)【公開日】平成11年(1999)7月13日
(54)【発明の名称】絶縁形電力変換装置
(51)【国際特許分類第6版】

H02M 3/28
7/5387

【FI】

H02M 3/28 R
7/5387 Z

【審査請求】未請求
【請求項の数】15
【出願形態】OL
【全頁数】13
(21)【出願番号】特願平9-358853
(22)【出願日】平成9年(1997)12月26日
(71)【出願人】
【識別番号】000005234
【氏名又は名称】富士電機株式会社
【住所又は居所】神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(72)【発明者】
【氏名】伊東 淳一
【住所又は居所】神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
(72)【発明者】
【氏名】藤田 光悦
【住所又は居所】神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
(74)【代理人】
【弁理士】
【氏名又は名称】森田 雄一

要約

(57)【要約】
【課題】従来必要とされた付加アームを省略し、リアクトルの代用または小型化を図って装置全体の小型化、低価格化を可能にする。平滑コンデンサの容量を低減する。
【解決手段】単相交流電源62と単相フルブリッジコンバータ64とからなる直流電圧源100と、平滑コンデンサ67と、単相電圧形インバータ55と、その交流出力側を負荷401と絶縁する絶縁トランス301等を有する絶縁形電力変換装置に関する。絶縁トランス301の一次巻線302の中間タップ303とインバータ55の直流入力端子の一端との間に、エネルギー吸収要素としてコンデンサ501や直列共振回路を接続する。インバータ55を零電圧ベクトルモードで動作させてコンデンサ501の両端電圧を制御することにより、電源側で発生する電力リップルをコンデンサ501により吸収する。

間タップに一端が接続されたエネルギー吸収要素により、負荷側で発生する電力リプルを吸収することを特徴とする絶縁形電力変換装置。

【請求項7】請求項1記載の絶縁形電力変換装置において、前記直流電圧源が、単相交流電源とその出力側に接続された単相コンバータとにより構成されると共に、前記エネルギー吸収要素が、トランスの電圧源側巻線の間タップと単相電圧形インバータの直流入力端子の一端との間に接続され、このエネルギー吸収要素が、直流電圧源側で発生する電力リプルを吸収することを特徴とする絶縁形電力変換装置。

【請求項8】請求項2記載の絶縁形電力変換装置において、前記交流電圧源が単相交流電源のみにより構成されると共に、前記エネルギー吸収要素が、トランスの負荷側巻線の間タップと単相コンバータの直流出力端子の一端との間に接続され、このエネルギー吸収要素が、交流電圧源側で発生する電力リプルを吸収することを特徴とする絶縁形電力変換装置。

【請求項9】請求項1記載の絶縁形電力変換装置において、前記直流電圧源が直流電源のみにより構成されると共に、前記エネルギー吸収要素が、トランスの電圧源側巻線の間タップと単相電圧形インバータの直流入力端子の一端との間に接続され、このエネルギー吸収要素が、負荷側で発生する電力リプルを吸収することを特徴とする絶縁形電力変換装置。

【請求項10】請求項2記載の絶縁形電力変換装置において、前記交流電圧源が単相交流電源のみにより構成されると共に、前記エネルギー吸収要素が、トランスの負荷側巻線の間タップと単相コンバータの直流出力端子の一端との間に接続され、このエネルギー吸収要素が、負荷側で発生する電力リプルを吸収することを特徴とする絶縁形電力変換装置。

【請求項11】単相交流電源と、この交流電源に接続された単相フルブリッジコンバータと、このコンバータの直流出力端子に接続された単相電圧形インバータと、このインバータの交流出力端子に一次側が接続されて負荷との間を絶縁するトランスと、を備え、前記コンバータの1組の上下アームの midpoint と前記トランスの一次巻線の間タップとの間にリアクトルを接続すると共に、前記インバータを零電圧ベクトルモードで動作させて前記リアクトルの電流を制御することにより、電力リプルを前記リアクトルにより吸収することを特徴とする絶縁形電力変換装置。

【請求項12】請求項1～10の何れか1項に記載の絶縁形電力変換装置において、前記エネルギー吸収要素がコンデンサであることを特徴とする絶縁形電力変換装置。

【請求項13】請求項1～10の何れか1項に記載の絶縁形電力変換装置において、前記エネルギー吸収要素がコンデンサとリアクトルとからなる直列共振回路であることを特徴とする絶縁形電力変換装置。

【請求項14】請求項10記載の絶縁形電力変換装置において、前記エネルギー吸収要素が、コンデンサとリアクトルとからなる直列共振回路を2つ並列に接続して構成され、各共振回路により交流電圧源側及び負荷側で発生する電力リプルをそれぞれ吸収することを特徴とする絶縁形電力変換装置。

【請求項15】請求項11、13または14の何れか1項に記載の絶縁形電力変換装置において、前記エネルギー吸収要素を構成するリアクトルの鉄心とトランスの鉄心とを共用したことを特徴とする絶縁形電力変換装置。

詳細な説明

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、トランスを用いて入力側と出力側（電源側と負荷側）とを絶縁する、いわゆる絶縁形コンバータにおいて、入力側の瞬時電力と出力側の瞬時電力との間に差が生じる場合にインバータまたはコンバータの直流側の平滑コンデンサの容量を低減するための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】図19は第1の従来技術であり、平成8年電気学会全国大会予稿集掲載の論文「715 DCアクティブフィルタ機能を備えた単相PWMコンバータのコンデンサ容量低減」に記載の回路構成を、電源と負荷とを絶縁する絶縁形DC-ACコンバータに適用したものである。図において、51は直

流電源、52はダイオードが逆並列接続された半導体スイッチング素子Tr1, Tr2からなる2象源チョッパ、53はリアクトル、54はコンデンサ、55はダイオードが逆並列接続された半導体スイッチング素子Tr3~Tr6を有する単相電圧形インバータ、56はトランス、57はダイオードブリッジからなる単相全波整流回路、58は平滑コンデンサ、59はダイオードが逆並列接続された半導体スイッチング素子Tr7~Tr10を有する単相電圧形インバータ、60は負荷である。この回路の詳細な動作説明は省略するが、基本動作としては、インバータ59の入力側に生じる電源周波数の2倍の周波数の電力リップルを吸収するため、2象限チョッパ52によりコンデンサ54の電圧を制御してエネルギーを授受し、これにより平滑コンデンサ58の容量低減を図っている。

【0003】また、図20は第2の従来技術であり、平成5年電気学会産業応用部門誌(vol.113-D, No.9, p.1106~p.1107)掲載の論文「単相PWMコンバータの直流電圧脈動の一抑制策」に記載の回路構成を絶縁形DC-ACコンバータに適用したものである。図において、61はリアクトル53及びコンデンサ54からなるLCフィルタであり、他の構成は図19と同様である。この回路の基本動作は、インバータ59の入力側に生じる電源周波数の2倍の周波数の電力リップルを、同一の共振周波数を持つLCフィルタ61により吸収し、これによって平滑コンデンサ58の容量低減を図っている。

【0004】更に、図21は第3の従来技術であり、平成8年電気学会産業応用部門全国大会予稿集掲載の論文「79 単相電圧形PWMコンバータの直流電力脈動低減方式」に記載の回路構成を絶縁形AC-DCコンバータに適用したものである。図において、62は単相交流電源、64はダイオードが逆並列接続された半導体スイッチング素子Tr11~Tr14を有する単相フルブリッジコンバータ、65はリアクトル、66はダイオードが逆並列接続された半導体スイッチング素子Tr15, Tr16からなる上下アーム、67は平滑コンデンサ、68はリアクトル、69は平滑コンデンサであり、他の構成で図19、図20と同一の構成要素には同一番号を付してある。この回路の基本動作は、リアクトル65に流れる電流を上下アーム66によって制御することにより、インバータ55の入力側に生じる電源周波数の2倍の周波数の電力リップルをリアクトル65によって吸収し、これにより平滑コンデンサ67の容量低減を図るものである。

【0005】また、図22は第4の従来技術としての絶縁形AC-DCコンバータである。この従来技術では、トランス56の二次側にリアクトル63を介して単相フルブリッジコンバータ64が接続され、その直流出力側に平滑コンデンサ69を介して負荷60が接続されている。単相フルブリッジコンバータ64の動作は公知であるため詳述を省略するが、単相交流電圧をリアクトル63を介して半導体スイッチング素子により適宜短絡することによって、入力電流波形を正弦波状に制御し、所望の直流電圧を得ている。この場合、単相交流電源62からコンバータ64に入力される電力は電源の2倍の周波数の電力リップルを伴うので、一定電力を出力する場合には平滑用のエネルギー吸収要素、ここでは大型の平滑コンデンサ69が必要になる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記第1~第3の従来技術ではインバータ55の直流側にリアクトルが使用されており、これが装置の小型化を阻害している。また、第1、第3の従来技術では、インバータ55の直流側に1組の上下アームを付加する必要があるが、低価格化の妨げとなる。更に、第2の従来技術では共振コンデンサ54の耐圧が直流リンク電圧の2倍になって大型化し、同様に第4の従来技術でもコンデンサ69が大型化するため、何れの場合も装置全体の小型化を損なうといった問題がある。そこで本発明は、上述した種々の問題点を解消し、安価で簡単な構成により、平滑コンデンサの容量を低減して装置の小型化を可能にした絶縁形電力変換装置を提供しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1に記載した発明は、直流電圧源と、この直流電圧源に接続されて半導体スイッチング素子の動作により直流電力を交流電力に変換する電圧形インバータと、前記インバータの交流出力端子に一次側が接続されて二次側の負荷との間を絶縁するトランスと、を備えた絶縁形電力変換装置において、前記トランスの巻線に設けられたタップと前記インバータの直流入力端子の一端との間にエネルギー吸収要素を接続すると共に、前記インバータを零電圧ベクトルモードで動作させて前記エネルギー吸収要素の両端電圧を制御することにより、直流電圧源側または負荷側で発生する電力リップルを前記エネルギー吸収要素により吸収するものである。

【0008】図1は請求項1に記載した発明の概念図であり、この図において100は直流電圧源、200

は単相電圧形インバータ等のインバータ、300はトランス、400は交流負荷等の負荷、500はエネルギー吸収要素である。ここで、エネルギー吸収要素500は、請求項12、請求項13に記載するようにコンデンサ単体またはコンデンサとリアクトルとの直列共振回路により構成される。図1において、トランス300の一次側(電源側)には中間タップが設けられており、エネルギー吸収要素500は、前記中間タップとインバータ200の直流入力端子の一端との間に接続されている。直流電圧源100は直流電源を単独で用いるか、あるいは、単相または多相交流電源を単相または多相コンバータにより直流電源に変換したものでも良い。インバータ200は単相または多相電圧形インバータであれば良く、その出力相数に合わせてトランス300の相数が決定される。

【0009】請求項2に記載した発明は、交流電圧源と、この交流電圧源に一次側が接続されて負荷との間を絶縁するトランスと、このトランスの二次側と負荷との間に接続されて半導体スイッチング素子の動作により交流電力を直流電力に変換するコンバータと、を備えた絶縁形電力変換装置において、前記トランスの巻線に設けられたタップと前記コンバータの直流出力端子の一端との間にエネルギー吸収要素を接続すると共に、前記コンバータを零電圧ベクトルモードで動作させて前記エネルギー吸収要素の両端電圧を制御することにより、交流電圧源側または負荷側で発生する電力リプルを前記エネルギー吸収要素により吸収するものである。

【0010】図3は請求項2に記載した発明の概念図であり、図1と同一の構成要素には同一番号を付してある。なお、150は交流電圧源、450は直流負荷等の負荷、600は単相フルブリッジコンバータ等のコンバータである。この発明では、トランス300の二次側(負荷側)に中間タップが設けられており、エネルギー吸収要素500は、前記中間タップとコンバータ600の直流出力端子の一端との間に接続されている。交流電圧源150は単相交流電源、多相交流電源等であり、その相数に合わせてトランス300及びコンバータ600の相数が決定される。

【0011】図2、図4は請求項13に記載した発明の概念図であり、図1、図3におけるエネルギー吸収要素500を具体化したものである。すなわち、エネルギー吸収要素500はコンデンサ501とリアクトル502との直列共振回路により構成されている。ここで、リアクトル502の鉄心はトランス300の鉄心と共用しても良い。なお、請求項12に記載するように、エネルギー吸収要素500をコンデンサ単体によって構成しても良い。

【0012】前述した図2において、インバータ200の各相上下アームの上側すべてのスイッチング素子または下側すべてのスイッチング素子をオンさせるスイッチングモードを選択することにより、インバータ200から零電圧ベクトルを出力させることができる。この零電圧ベクトルモードでは、インバータ200の交流出力端子から見ると、コンデンサ501またはリアクトル502の電圧は零相電圧となる。また、図4のコンバータ600を零電圧ベクトルモードで動作させることにより、コンバータ600の交流入力端子から見ても、コンデンサ501またはリアクトル502の電圧は零相電圧となる。

【0013】図2のインバータ200から出力される零相電圧はトランス300の出力線間電圧には現れないので、負荷400側へは影響を与えない。すなわち、正相分について考えると、トランス300に印加する電圧に関して従来と同様の電圧形インバータとして動作する。一方、零相分について考えると、零電圧ベクトルの出力時には、インバータ200の複数の上下アームをあたかも零電圧ベクトルの比でスイッチングする1つの上下アームのように見なすことができ、従来の付加アームと同じ動作を行わせることができる。また、トランス300は漏れインダクタンスの値を持つリアクトルと見なすことができる。

【0014】すなわち、図2のインバータ200や図4のコンバータ600の零電圧ベクトルモードの動作(零相電圧の制御動作)により、図19や図21の従来技術における上下アーム52、66と等価な動作を行わせることができ、上下アームを別個に付加しなくてもエネルギー吸収要素500の電圧制御が可能になる。よって、電圧源側と負荷側との間で発生する電力リプルを、上下アーム等を付加することなくエネルギー吸収要素500によって吸収可能になり、平滑コンデンサの容量低減や装置の小型軽量化、低価格化が可能になる。

【0015】請求項3以下の発明は、前記請求項1、2の発明をより具体化したものであり、請求項3、4記載の発明は、電圧源側で発生する電力リプルをエネルギー吸収要素により吸収する。このうち、請求項3ではトランスの電圧源側の巻線に中間タップを設け、請求項4ではトランスの負荷側の巻線に中間タップを設けるものである。更に、請求項5、6記載の発明は、負荷側で発生する電力リプルをエネルギー吸収要素により吸収する。このうち、請求項5ではトランスの電圧源側の巻線に中間タップを

設け、請求項6ではトランスの負荷側の巻線に中間タップを設けるものである。

【0016】請求項7記載の発明は、請求項1記載の絶縁形電力変換装置において、直流電圧源が、単相交流電源とその出力側に接続された単相コンバータとにより構成されると共に、エネルギー吸収要素が、トランスの電圧源側巻線の中間タップと単相電圧形インバータの直流入力端子の一端との間に接続され、このエネルギー吸収要素が、直流電圧源側で発生する電力リプルを吸収するものである。

【0017】請求項8記載の発明は、請求項2記載の絶縁形電力変換装置において、交流電圧源が単相交流電源のみにより構成されると共に、エネルギー吸収要素が、トランスの負荷側巻線の中間タップと単相コンバータの直流出力端子の一端との間に接続され、このエネルギー吸収要素が、交流電圧源側で発生する電力リプルを吸収するものである。

【0018】請求項9記載の発明は、請求項1記載の絶縁形電力変換装置において、直流電圧源が直流電源のみにより構成されると共に、エネルギー吸収要素が、トランスの電圧源側巻線の中間タップと単相電圧形インバータの直流入力端子の一端との間に接続され、このエネルギー吸収要素が、負荷側で発生する電力リプルを吸収するものである。

【0019】請求項10記載の発明は、請求項2記載の絶縁形電力変換装置において、交流電圧源が単相交流電源のみにより構成されると共に、エネルギー吸収要素が、トランスの負荷源側巻線の中間タップと単相コンバータの直流出力端子の一端との間に接続され、このエネルギー吸収要素が、負荷側で発生する電力リプルを吸収するものである。

【0020】請求項11記載の発明は、単相交流電源と、この交流電源に接続された単相フルブリッジコンバータと、このコンバータの直流出力端子に接続された単相電圧形インバータと、このインバータの交流出力端子に一次側が接続されて負荷との間を絶縁するトランスと、を備え、前記コンバータの1組の上下アームの midpoint とトランスの一次巻線の中間タップとの間にリアクトルを接続すると共に、前記インバータを零電圧ベクトルモードで動作させて前記リアクトルの電流を制御することにより、電力リプルを前記リアクトルにより吸収するものである。

【0021】なお、請求項14に記載するように、前記請求項10記載の絶縁形電力変換装置では、エネルギー吸収要素を、コンデンサとリアクトルとからなる直列共振回路を2つ並列に接続して構成し、各共振回路により交流電圧源側及び負荷側で発生する電力リプルをそれぞれ吸収することもできる。また、エネルギー吸収要素にリアクトルを含む発明(請求項11、13または14の発明)では、請求項15に記載するように、リアクトルの鉄心とトランスの鉄心とを共通にする(トランス内部にリアクトルを組み込んで鉄心を共用する)ことにより、トランス及びリアクトルを一体化して一層の小型化を図ることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、図に沿って本発明の実施形態を説明する。まず、図5は本発明の第1実施形態を示す回路図であり、請求項7、12の発明の実施形態に相当する。図において、前記同様に62は単相交流電源であり、その両端にはリアクトル101を介して単相フルブリッジコンバータ64が接続されている。このコンバータ64は、ダイオードが逆並列接続された半導体スイッチング素子Tr11～Tr14から構成されている。これらの交流電源62、リアクトル101、コンバータ64は、図1、図2における直流電圧源100を構成する。

【0023】前記コンバータ64の直流出力端子間には平滑コンデンサ67及び単相電圧形インバータ55が接続されている。このインバータ55は、ダイオードが逆並列接続された半導体スイッチング素子Tr3～Tr6から構成されている。インバータ55の交流出力端子はトランス301の一次巻線(電源側巻線)302の両端に接続されていると共に、一次巻線302の中間タップ303とインバータ55の直流入力端子の一端(図では負側端子)との間には、エネルギー吸収要素としてのコンデンサ501が接続されている。また、トランス301の二次巻線(負荷側巻線)304の両端にはダイオードブリッジからなる単相全波整流回路57が接続され、その出力側には平滑リアクトル68及び平滑コンデンサ69を介して直流負荷等の負荷401が接続されている。上記構成において、コンバータ64は入力電流波形を正弦波にするように動作させる。この制御動作は公知であるため、ここでは説明を省略する。

【0024】本実施形態は、単相電圧形インバータ55の零電圧ベクトルモードに着目したものである。すなわち、単相電圧形インバータ55により零電圧ベクトルを出力するには2組の上アームをすべて導通させる場合と2組の下アームをすべて導通させる場合との2通りのスイッチングパターンがあり、本

実施形態ではこの自由度を利用する。電圧形インバータとして三相電圧形インバータを用いる場合には、3組の上アームをすべて導通させるか、3組の下アームをすべて導通させることにより、零電圧ベクトルが出力される。

【0025】インバータ55から出力される零相電圧は出力電圧には現れないので、トランス301の二次側の出力電圧には影響せず、負荷401への電力供給には問題がない。従って、インバータ55に着目した正相分の等価回路は図6のようになり、インバータ55は従来と同様に動作してトランス301の一次側に交流電圧を印加する。一方、零相分について考えると図7のようになり、図5におけるインバータ55の2組の上下アームはあたかも零電圧ベクトルの比でスイッチング動作する1つの上下アーム55'とみなすことができる。ここで、図7の302'はトランス301の漏れインダクタンスの値を持つリアクトルであり、図19や図21におけるリアクトル53、65に相当する。

【0026】つまり、インバータ55の上アームのスイッチング素子Tr3及びTr5、あるいは下アームのスイッチング素子Tr4及びTr6をオンさせて零電圧ベクトルモードで動作させることにより、等価的に図7の回路が構成される。そして、この図7の上下アーム55'によって図19や図21における上下アーム52、66と同様のチョッパ動作を行わせれば、電源側で発生する電力リップルをエネルギー吸収要素としてのコンデンサ501により吸収でき、平滑コンデンサ67の容量や耐圧を低減させることができる。

【0027】なお、インバータ55のスイッチングに伴うコンデンサ501の電流リップルは漏れインダクタンスの値を持つリアクトル302'により平滑されるが、漏れインダクタンスだけでは足りない場合には、トランス301の中間タップ303とコンデンサ501との間にトランス301と鉄心を共用したリアクトルを更に接続する。また、図5において、負荷401側に設けた平滑リアクトル68はトランス301の漏れインダクタンスによって代用することも可能である。

【0028】次に、図8は上記インバータ55の制御回路である。インバータ55はPWM制御されるが、そのPWMパルスは例えば図8の制御回路によって作成される。電源側から発生する電力リップルを低減するためにコンデンサ501に流す電流指令すなわち零相電流指令値 i_0^* の作成方法は、前述した平成8年電気学会全国大会予稿集掲載の論文「715 DCアクティブフィルタ機能を備えた単相PWMコンバータのコンデンサ容量低減」等により公知である。

【0029】図8において、零相電流指令値 i_0^* と実際の零相電流検出値 i_0 との偏差を電流制御器(AC R)702に入力し、零相電圧指令値 v_0^* を得る。この零相電圧指令値 v_0^* を、インバータの出力電圧指

令値 v_{inv}^* と符号反転器701を介した $-v_{inv}^*$ とに加算し、その加算結果をコンパレータ703、704にそれぞれ入力する。これらのコンパレータ703、704では各入力を三角波と比較し、その出力を上下アームで反転させることにより、インバータ55のスイッチング素子Tr3～Tr6に対するPWMパターンを得る。つまり、インバータ55はスイッチングパターンの変化により単相電圧形インバータと2象限チョッパとを重ね合わせた動作を行い、前者は正相分電流を制御し、後者は零相分電流を制御する。

【0030】次に、図9は第2実施形態を示す回路図であり、この実施形態は請求項7、13の発明の実施形態に相当する。この実施形態では、トランス301の一次巻線302の中間タップ303とインバータ55の直流入力端子の一端(負側端子)との間に、リアクトル502とコンデンサ501とが直列に接続されており、これらのリアクトル502及びコンデンサ501によってエネルギー吸収要素としての直列共振回路が構成されている。この共振回路の共振周波数は、電源周波数の2倍に選ばれる。リアクトル502の鉄心とトランス301の鉄心とを共用することにより、トランス301及びリアクトル502の一体化による一層の小型化が可能である。その他の構成は図5と同様である。この実施形態でも、単相フルブリッジコンバータ64は入力電流波形を正弦波にするように動作させる。

【0031】図10はインバータ55の制御回路であり、インバータ55に対するPWMパルスを得るための回路である。図8との相違点は、零相電圧指令値 v_0^* を直接与え、零相電圧を一定に保つことである。

図10において、705は電圧制御器(AVR)であり、その他の構成は図8と同様である。本実施形態により、従来では共振コンデンサの耐圧として直流リンク電圧の2倍以上必要であったものが、零相電圧の2倍以上の値となる。例えば、零相電圧が直流リンク電圧の1/2になるように零相電圧指令値 v_0^* を設定すれば、コンデンサ501の耐圧は従来の1/2程度で良くなる。この場合、出力に現れる電力リップルは、平滑コンデンサ67の容量を小さくした場合でも、前述の平成5年電気学会産業応用部

門誌(vol.113-D, No.9, p.1106~p.1107)掲載の論文「単相PWMコンバータの直流電圧脈動の一抑制策」によって公知のように、共振コンデンサ501及び共振リアクトル502により低減することができる。

【0032】次に、図11は第3実施形態を示す回路図であり、請求項8、12の発明の実施形態に相当する。この実施形態では、トランス305の一次巻線306が単相交流電源62に直接接続され、二次巻線308の両端がリアクトル63を介して単相フルブリッジコンバータ64の交流入力端子に接続されている。また、コンバータ64の直流出力端子の両端に平滑コンデンサ69及び負荷401が接続される。更に、二次巻線308の中間タップ307とコンバータ64の直流出力端子の一端(図では負側端子)との間に、エネルギー吸収要素としてのコンデンサ503が接続されている。コンバータ64に接続されているリアクトル63は、トランス305の漏れインダクタンスによって代用可能である。この実施形態においては、コンバータ64を零電圧ベクトルモードで動作させることにより零相電圧を制御し、コンデンサ503に蓄えるエネルギーを制御する。これにより、トランス305の二次側に生じる電源の2倍の周波数の電力リップルをコンデンサ503により吸収することができ、平滑コンデンサ69の責務を低減することができる。

【0033】図12はコンバータ64の制御回路であり、コンバータ64に対するPWMパルスを得るための回路である。単相フルブリッジコンバータの制御方法は公知であるため、説明を省略するが、ここで特徴的な部分は、零相電流指令値 i_0^* と零相電圧検出値 v_0 との偏差を電源電流 i_s の電流制御器(ACR)702にし、この電流制御器702から出力された零相電圧指令値 v_0^* を、電流制御器(ACR)706から出力された値とその符号を反転させた値とにそれぞれ加算する点である。705は平滑コンデンサ69の直流電圧指令値 V_{dc}^* と検出値 V_{dc} との偏差が入力される電圧制御器(AVR)であり、電源電圧と同相の正弦波($\sin \omega_s t$)と電圧制御器705の出力とを乗じた結果が電源電流指令値 i_s^* となる。そして、この電源電流指令値 i_s^* と検出値 i_s との偏差が前記電流制御器706に入力されている。ここで、零相電流指令値 i_0^* の作成方法は前述の如く公知である。

【0034】次に、図13は第4実施形態を示す回路図であり、請求項8、13の発明の実施形態に相当する。この実施形態の構成はおおむね図11と同様であるが、異なるのは、トランス305の二次巻線308の中間タップ307とコンバータ64の直流出力端子の一端(負側端子)との間に、コンデンサ503及びリアクトル504からなるエネルギー吸収要素としての直列共振回路が接続されている点である。この共振周波数は電源周波数の2倍に選ばれる。本実施形態の特徴的な部分は、その制御回路において、図12では零相電流指令値 i_0^* を加えているが、本実施形態の制御回路(図示せず)では、零相電圧指令値 v_0^* を、図12の電流制御器706から出力された値とその符号を反転させた値とにそれぞれ直接、加算するようにした点である。

【0035】この実施形態では、コンバータ64を零電圧ベクトルモードで動作させることにより零相電圧を制御し、コンデンサ503及びリアクトル504に蓄えるエネルギーを制御する。これにより、トランス305の二次側に生じる電源の2倍の周波数の電力リップルをコンデンサ503及びリアクトル504により吸収することができ、平滑コンデンサ69の容量や耐圧の増大を防ぐことができる。

【0036】図14は、第5実施形態を示す回路図であり、請求項9、12の発明の実施形態に相当する。この実施形態は、直流電源51と、その両端に接続された単相電圧形インバータ55と、その交流出力端子に一次巻線302が接続されたトランス301と、その二次巻線304に交流入力端子が接続された単相全波整流回路57と、平滑コンデンサ58と、単相電圧形インバータ59とから構成され、トランス301の一次巻線302の中間タップ303とインバータ55の直流入力端子の一端(図では負側端子)との間にエネルギー吸収要素としてのコンデンサ501が接続されている。なお、402は交流負荷等の負荷である。

【0037】この実施形態のインバータ55の制御回路は図8と同様であるが、零相電流指令値 i_0^* は負荷402によって発生する電力リップルを吸収できるような値に設定される。インバータ55を零電圧ベクトルモードで動作させることにより、コンデンサ501の電圧を制御し、負荷402から発生する電力リッ

ルをこのコンデンサ501により吸収する。これにより、平滑コンデンサ58の容量や耐圧も小さくて済む。

【0038】図15は、第6実施形態を示す回路図であり、請求項9、13の発明の実施形態に相当する。この実施形態は、トランス301の一次巻線302の中間タップ303とインバータ55の直流入力端子の一端との間にコンデンサ501とリアクトル502からなる直列共振回路を接続した点を除けば、図14の実施形態と構成上、同一である。共振回路の共振周波数は、インバータ55の出力周波数の2倍に選ばれる。なお、リアクトル502の鉄心とトランス301の鉄心とを共用すれば、両者の一体化による小型化が可能になる。

【0039】図16は、第7実施形態を示す回路図であり、請求項10、12の発明の実施形態に相当する。この実施形態は実質的に、図11の実施形態における平滑コンデンサ69と負荷401との間に、単相電圧形インバータ59を接続したものである。なお、図16における平滑コンデンサ58は図11における平滑コンデンサ69と実質的に同一であり、また、図16における負荷402と図11における負荷401とは交流負荷であるか直流負荷であるかが異なるだけである。この実施形態におけるコンバータ64に対するPWMパルスは図12の回路により発生させれば良く、負荷402によって発生する電力リプルを、コンバータ64の零電圧ベクトルモードの動作によりコンデンサ503の電圧を制御して吸収する。図示されていないが、中間タップ307とコンデンサ503との間にリアクトルを挿入して直列共振回路を構成し、その両端電圧をコンバータ64の零電圧ベクトルモードの動作により制御して電力リプルを吸収しても良い。

【0040】図17は、第8実施形態を示す回路図であり、請求項10、14の発明の実施形態に相当する。この実施形態の主要部は図16の実施形態と同一であるが、異なるのは、トランス305の中間タップ307とコンバータ64の直流出力端子の一端(負側端子)との間に、コンデンサ503とリアクトル504とからなる直列共振回路と、コンデンサ505とリアクトル506とからなる直列共振回路とを並列に接続した点である。これらの直列共振回路はいずれもエネルギー吸収要素を構成しており、その共振周波数は、それぞれ電源周波数の2倍とインバータ59の出力周波数の2倍に選ばれる。つまり、本実施形態においては、単相交流電源62から発生する電力リプルと負荷402から発生する電力リプルの双方を、並列接続された2つの直列共振回路によって吸収するものであり、コンバータ64の零電圧ベクトルモードの動作により、コンデンサ503、505の電圧または2つの直列共振回路の両端電圧を制御し、電源62または負荷402で発生する電力リプルを吸収する。

【0041】図18は第9実施形態を示す回路図であり、請求項11記載の発明の実施形態に相当する。この実施形態は、単相フルブリッジコンバータ64の一組の上下アームの midpoint 641とトランス301の中間タップ303との間にエネルギー吸収要素としてのリアクトル507を接続したものであり、その他の構成は、図5においてコンデンサ501を除去したものと同様である。コンバータ64は入力電流波形を正弦波にするように動作させるが、この動作は公知であるため、説明を省略する。また、インバータ55に対するPWMパルスは図8の制御回路によって得ることができる。この実施形態では、インバータ55を零電圧ベクトルモードで動作させることにより、リアクトル507を流れる電流を制御して電力リプルを吸収し、インバータ55の直流入力側に設けられた平滑コンデンサ67の容量を低減させている。なお、零電圧指令値の作成方法は、前述の平成8年電気学会産業応用部門全国大会予稿集掲載の論文「79 単相電圧形PWMコンバータの直流電力脈動低減方式」により公知である。本実施形態においても、リアクトル507の鉄心をトランス301と共用すれば、トランス301及びリアクトル507の一体化による小型化が可能になる。

【0042】上記各実施形態において、エネルギー吸収要素は、トランスの中間タップとインバータの直流入力端子の他端との間、あるいは、コンバータの直流出力端子の他端との間に接続しても良い。

【0043】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、電圧形インバータやコンバータを零電圧ベクトルモードで動作させ、コンデンサ単体や直列共振回路からなるエネルギー吸収要素の両端電圧を制御することにより、従来付加されていた1組の上下アームに代えて電源側や負荷側の電力リプルをエネルギー吸収要素により吸収させることができ、これによって平滑コンデンサの容量や耐圧を低減することができる。このように平滑コンデンサの責務を低減し、また、リアクトルをトランスによって代用もしくはその鉄心を共用することにより、装置全体の小型軽量化、低価格化を図ることができる。

図の説明

【図面の簡単な説明】

- 【図1】請求項1に記載した発明の概念図である。
- 【図2】請求項13に記載した発明の概念図である。
- 【図3】請求項2に記載した発明の概念図である。
- 【図4】請求項13に記載した発明の概念図である。
- 【図5】第1実施形態を示す回路図である。
- 【図6】図5の電圧形インバータに着目した正相分の等価回路図である。
- 【図7】図5の電圧形インバータに着目した零相分の等価回路図である。
- 【図8】第1実施形態の制御回路図である。
- 【図9】第2実施形態を示す回路図である。
- 【図10】第2実施形態の制御回路図である。
- 【図11】第3実施形態を示す回路図である。
- 【図12】第3実施形態の制御回路図である。
- 【図13】第4実施形態を示す回路図である。
- 【図14】第5実施形態を示す回路図である。
- 【図15】第6実施形態を示す回路図である。
- 【図16】第7実施形態を示す回路図である。
- 【図17】第8実施形態を示す回路図である。
- 【図18】第9実施形態を示す回路図である。
- 【図19】第1の従来技術を示す回路図である。
- 【図20】第2の従来技術を示す回路図である。
- 【図21】第3の従来技術を示す回路図である。
- 【図22】第4の従来技術を示す回路図である。

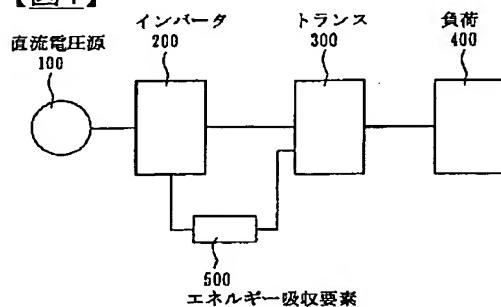
【符号の説明】

- 100 直流電圧源
- 150 交流電圧源
- 200 インバータ
- 300 トランス
- 400, 450 負荷
- 500 エネルギー吸収要素
- 501, 503, 505 コンデンサ
- 502, 504, 506, 507 リアクトル
- 600 コンバータ
- 51 直流電源
- 55, 59 単相電圧形インバータ
- 55' 上下アーム
- 57 単相全波整流回路
- 58, 67, 69 平滑コンデンサ
- 62 単相交流電源
- 63, 68, 101 リアクトル
- 64 単相フルブリッジコンバータ
- 301, 305 トランス
- 302, 306 一次巻線
- 302' 漏れインダクタンス
- 303, 307 中間タップ
- 304, 308 二次巻線
- 401, 402 負荷
- 701 符号反転器

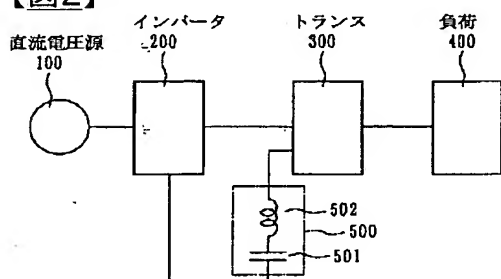
702, 706 電流制御器
 703, 704 コンパレータ
 705 電圧制御器
 Tr3~Tr6, Tr11~Tr14 半導体スイッチング素子

図面

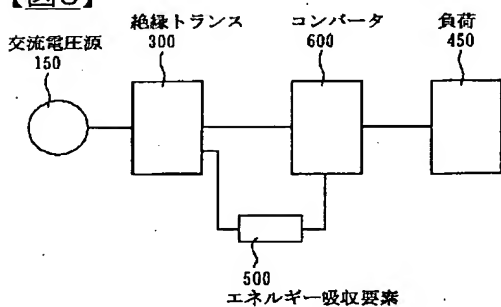
【図1】



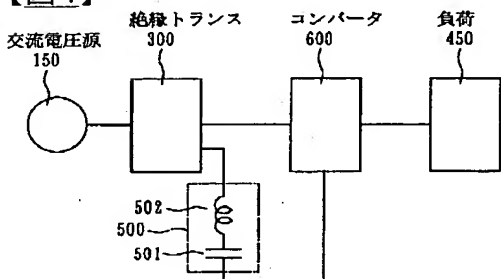
【図2】



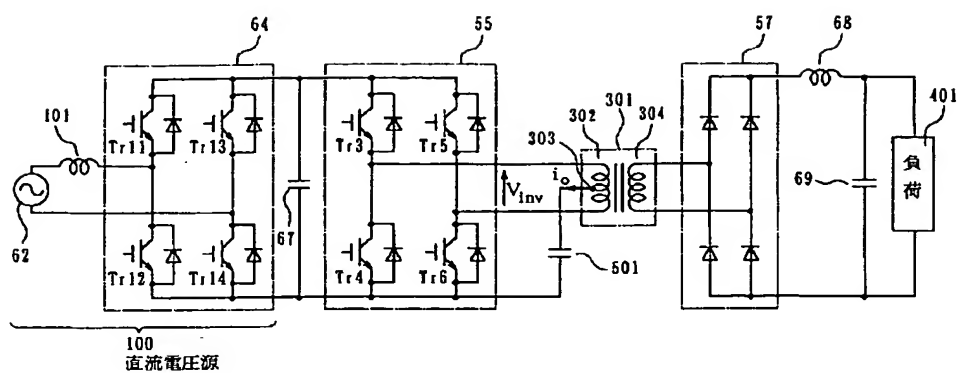
【図3】



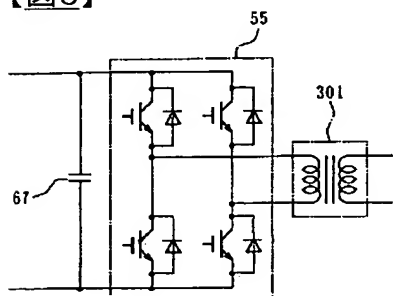
【図4】



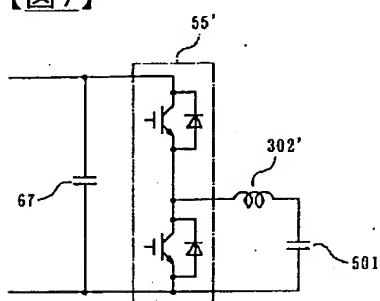
【図5】



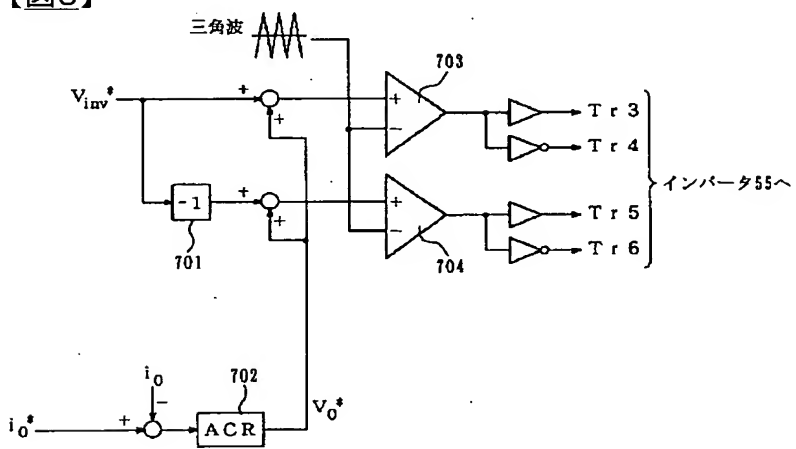
【図6】



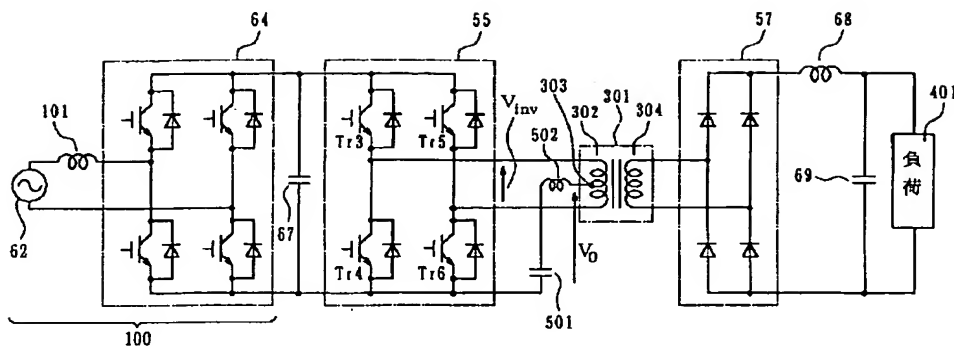
【図7】



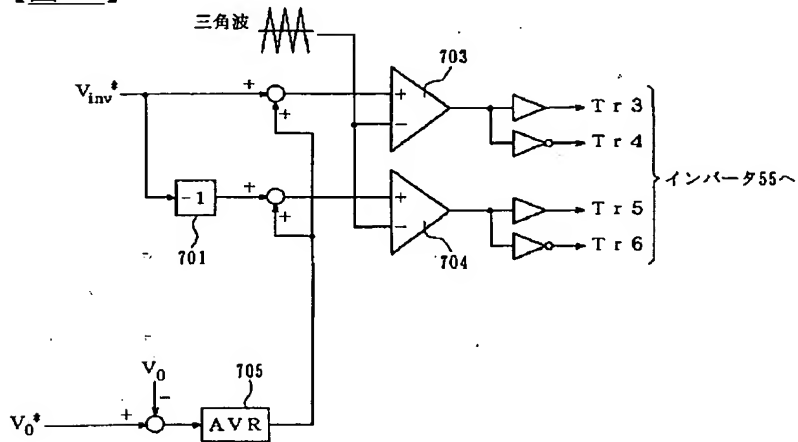
【図8】



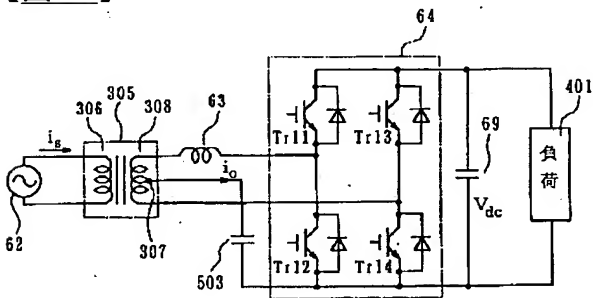
【図9】



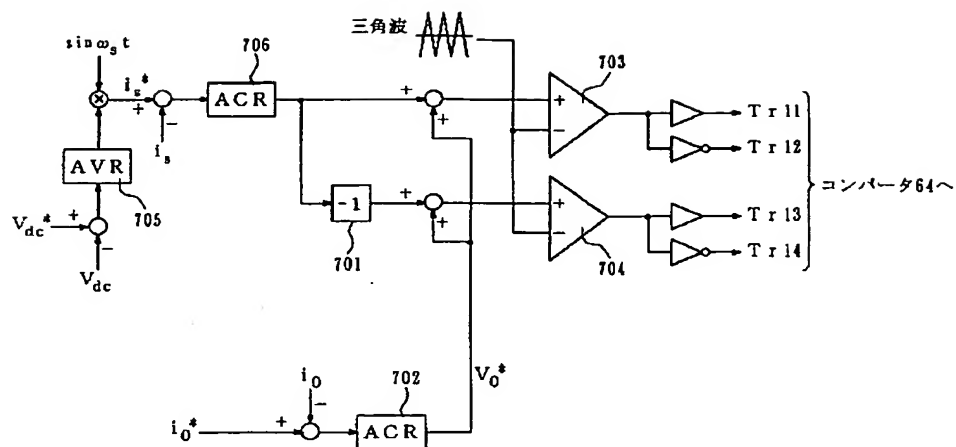
【図10】



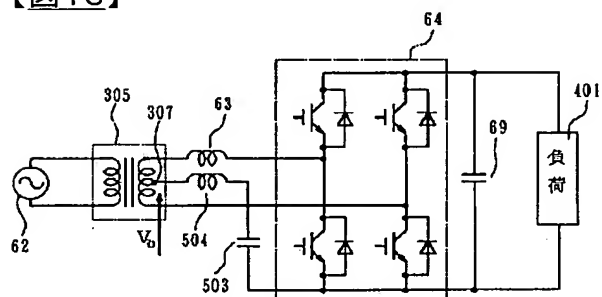
【図11】



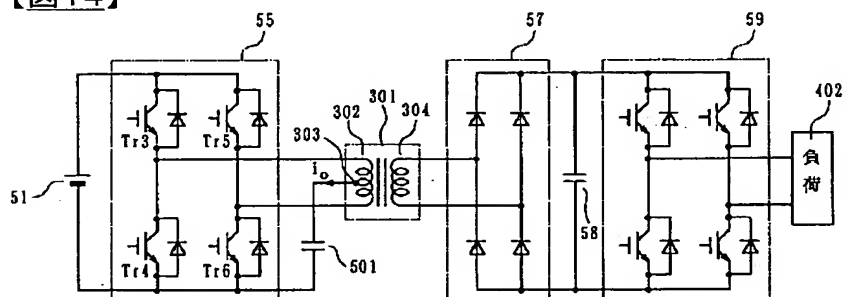
【図12】



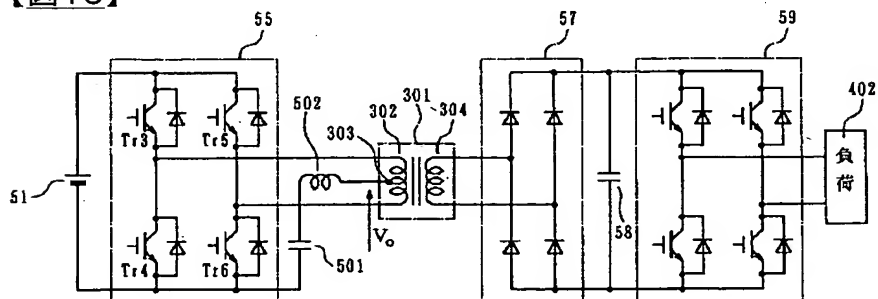
【图13】



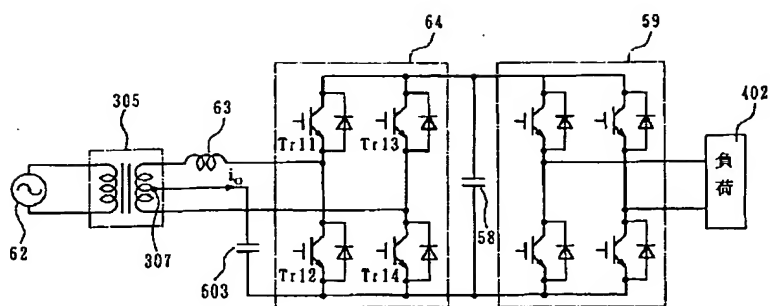
【圖14】



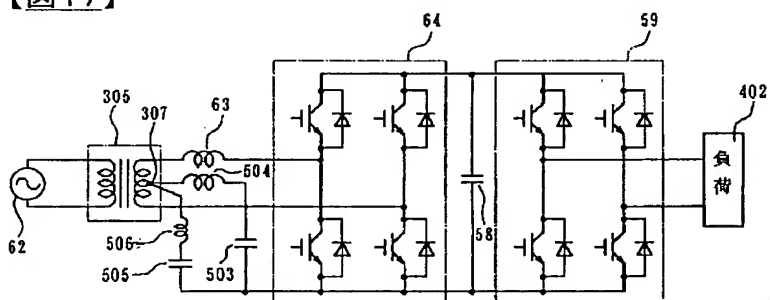
【図15】



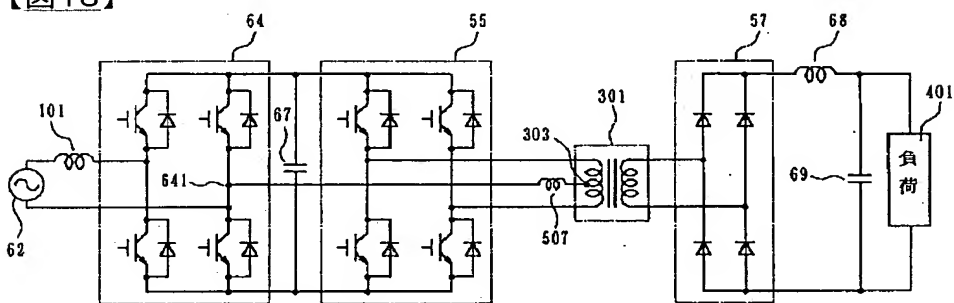
【图16】



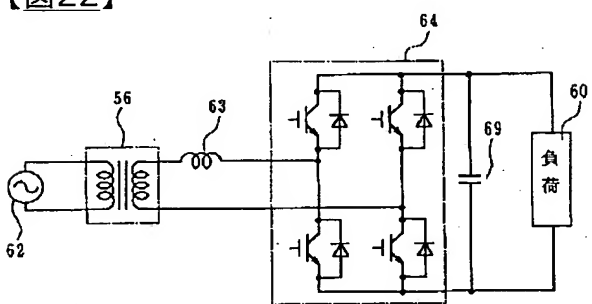
【図17】



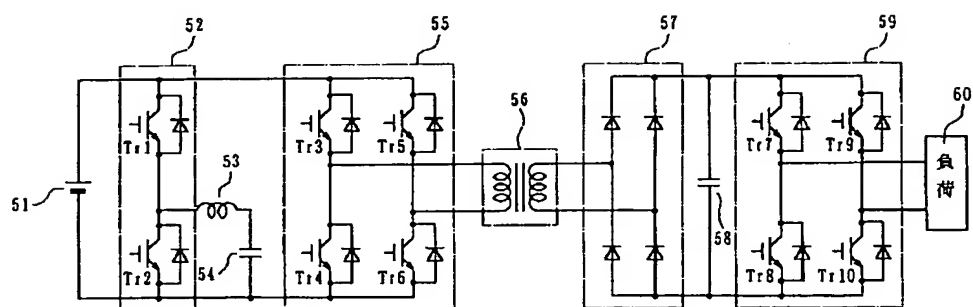
【図18】



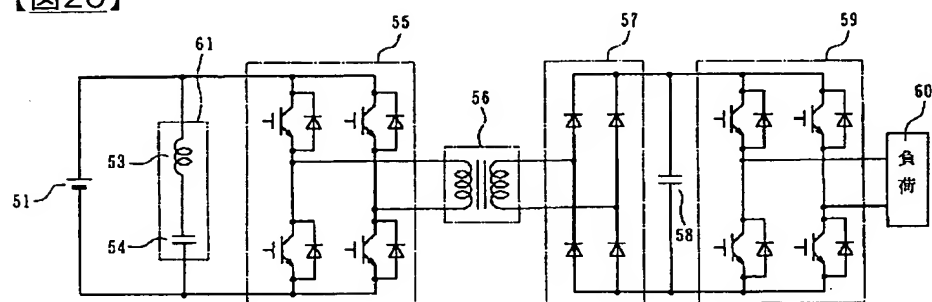
【図22】



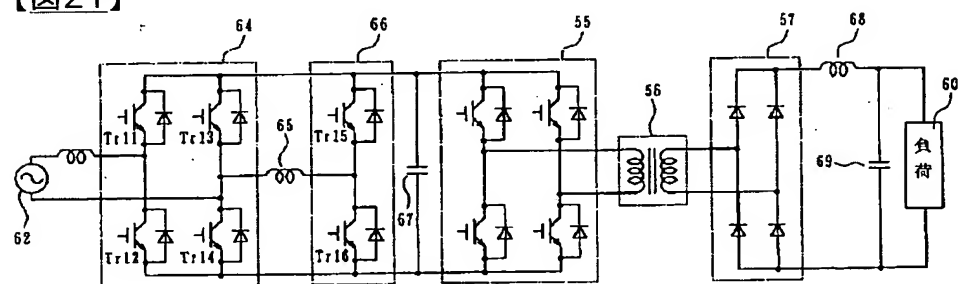
【図19】



【図20】



【図21】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.